

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-155152

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

H04N 7/30
H03M 7/30
H03M 7/38

(21)Application number : 09-259087

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.09.1997

(72)Inventor : KATSUTA NOBORU

(30)Priority

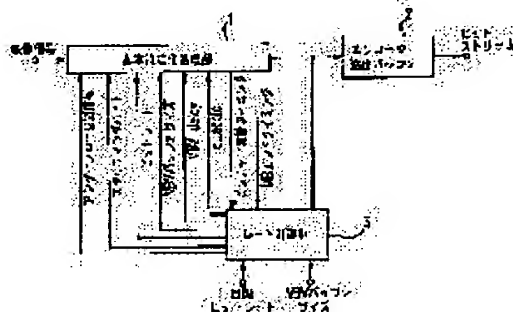
Priority number : 08252591 Priority date : 25.09.1996 Priority country : JP

(54) IMAGE COMPRESSION CODER AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image coder and its method by which a picture is coded at an object bit rate while keeping image quality of a reproduced image stably.

SOLUTION: A rate control section 3 obtains an actual bit production quantity Bmb per one block every time each macro block of one picture is sequentially coded, obtains an accumulated bit production error Dmb by the coding so far and a quantization width q-scale is obtained by substituting the bit error Dmb to a function $f(R, Dmb)$. The quantization width q-scale is given to a basic coding processing section 1. The basic coding processing section 1 applies quantization to each transformation coefficient obtained by DCT transformation in response to the quantization width q-scale, the quantization data are subject to variable length coding and compression coded image data are generated and the image data are sent through an encoder transmission buffer 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3151173

[Date of registration] 19.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-155152

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51) Int.Cl.⁴
H 0 4 N 7/30
H 0 3 M 7/30
7/38

識別記号

F I
H 0 4 N 7/133 Z
H 0 3 M 7/30 Z
7/38

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平9-259087

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月24日

(31) 優先権主張番号 特願平8-252591

(32) 優先日 平8(1996) 9月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 勝田 昇

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

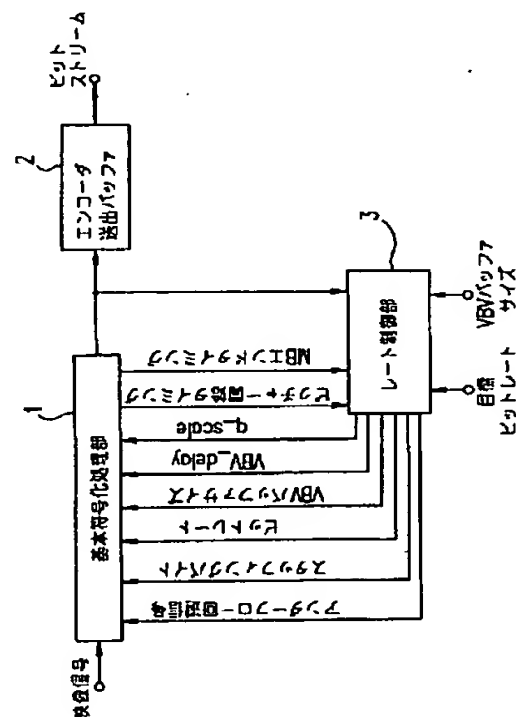
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 画像圧縮符号化装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 再生画像の画質を安定に維持しつつ、目標ビットレートでピクチャーの符号化を行うことが可能な画像符号化装置および方法を提供する。

【解決手段】 レート制御部3は、1つのピクチャーの各マクロブロックが順次符号化される度に、1マクロブロック当たりの実際のビット発生量Bmbを求め、これまでの符号化によって累積したビット発生誤差Dmbを求め、このビット誤差Dmbを関数 $f(R, Dmb)$ を代入して量子化幅 q_scale を求め、この量子化幅 q_scale を基本符号化処理部1に与える。基本符号化処理部1は、この量子化幅 q_scale に応じてDCT変換により得られた各変換係数を量子化し、この量子化データを可変長符号化して、圧縮符号化された画像データを形成し、この画像データをエンコード送出バッファ2を通じて送出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 映像信号を符号化するときの量子化幅を求め、この量子化幅に基づいて該映像信号を符号化する画像圧縮符号化装置であって、前記映像信号の符号化に費やされた実際のビット発生量を求めると共に、目標ビットレートに応じた目標ビット発生量を求め、前記実際のビット発生量と前記目標ビット発生量の差であるビット発生誤差を求めて、このビット発生誤差に対応する量子化幅を求めており、前記ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求める制御手段を備える画像圧縮符号化装置。

【請求項2】 基準量子化幅が予め定められており、制御手段は、目標ビットレートからビット発生誤差に対応する値を差し引いた値と該目標ビットレートの比を求めて、この比と前記基準量子化幅を積算し、この積に基づいて映像信号を符号化するときの量子化幅を求める請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項3】 制御手段は、目標ビットレートに基づいて基準量子化幅を求め、ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が前記基準量子化幅近傍で小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求める請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項4】 ビット発生誤差の予め定められた範囲及び該範囲の近傍においては、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化の特性がヒステリシスループを描く請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項5】 映像信号を符号化してなる各画像データを順次入力して、これらの画像データを順次出力する仮想バッファを想定した場合は、この仮想バッファの占有量がビット発生誤差に対応し、この仮想バッファの占有量が0近傍になると、量子化幅が急峻に最大値に近づき、かつビット発生誤差の変化に対して小さく変化する該量子化幅の特性に連なる様に、該量子化幅が連続的に変化する請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項6】 ビット発生誤差の複数の範囲が予め定められ、これらの範囲毎に、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化を示す特性が設定され、制御手段は、前記各範囲のうちからビット発生誤差の入る範囲を選択して、この範囲の特性に基づいて、ビット発生誤差に対する量子化幅を求める請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項7】 MPEG規格に準拠して、映像信号をマクロブロック単位で量子化幅に基づいて符号化しており、制御手段は、マクロブロック毎に、ビット発生誤差に対応する量子化幅を求める請求項1に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項8】 映像信号を符号化するときの量子化幅を求め、この量子化幅に基づいて該映像信号を符号化する画像圧縮符号化方法であって、

前記映像信号の符号化に費やされた実際のビット発生量を求めると共に、目標ビットレートに応じた目標ビット発生量を求め、前記実際のビット発生量と前記目標ビット発生量の差であるビット発生誤差を求めて、このビット発生誤差に対応する量子化幅を求めており、前記ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求める画像圧縮符号化方法。

【請求項9】 基準量子化幅が予め定められており、目標ビットレートからビット発生誤差に対応する値を差し引いた値と該目標ビットレートの比を求めて、この比と前記基準量子化幅を積算し、この積に基づいて映像信号を符号化するときの量子化幅を求める請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【請求項10】 目標ビットレートに基づいて基準量子化幅を求め、ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が前記基準量子化幅近傍で小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求める請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【請求項11】 ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化の特性がヒステリシスループを描く請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【請求項12】 映像信号を符号化してなる各画像データを順次入力して、これらの画像データを順次出力する仮想バッファを想定した場合は、この仮想バッファの占有量がビット発生誤差に対応し、この仮想バッファの占有量が0近傍になると、量子化幅が急峻に最大値に近づき、かつビット発生誤差の変化に対して小さく変化する該量子化幅の特性に連なる様に、該量子化幅が連続的に変化する請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【請求項13】 ビット発生誤差の複数の範囲が予め定められ、これらの範囲毎に、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化を示す特性が設定され、前記各範囲のうちからビット発生誤差の入る範囲を選択して、この範囲の特性に基づいて、ビット発生誤差に対する量子化幅を求める請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【請求項14】 MPEG規格に準拠して、映像信号をマクロブロック単位で量子化幅に基づいて符号化しており、マクロブロック毎に、ビット発生誤差に対応する量子化幅を求める請求項8に記載の画像圧縮符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、映像信号を圧縮符号化するための画像圧縮符号化装置及び方法に関するも

のであり、特に符号化する際の量子化幅の制御、ビット発生量の制御等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】映像信号の圧縮符号化に関する技術としては、例えばISO/IEC 13818-2（通称MPEG2）におけるデジタル圧縮符号化データの国際標準フォーマットがあり、ここに、その復号方法が示されている。また、そのフォーマットに符号化する代表的な方法として、ISO-IEC/JTC/SC29/WG11 N0328の“Test Model 3”にその記述がある。

【0003】MPEG2の符号化において、映像信号は、各ピクチャー間の動きの補償並びに予測と、この予測の誤差のDCT符号化が行われる。このDCTの変換係数を量子化する際、その量子化幅によってビット発生量が増減する。映像信号を所望のデータ量に圧縮する場合、符号化に費やされたビット発生量に応じて量子化幅を制御し、データ量の調整を行う。

【0004】ISO-IEC/JTC/SC29/WG11 N0328の“Test Model 3”においては、符号化された画像データを所望の一定のビットレートで復号化装置に入力し、映像信号を再生できるように該映像信号の量子化幅の決定方法が示されている。

【0005】“Test Model 3”においては、複数のピクチャーからなるグループオブピクチャー（以後GOP）毎に、目標ビットレートから目標ビット数を換算して求め、更に、目標ビット数をGOPの各ピクチャーI，P，B（ピクチャーIはGOPの先頭のもの、ピクチャーPは複数のピクチャー毎に設定されるもの、ピクチャーBはIとP間のもの）に割り当て、これらのピクチャーの符号化を行う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法では、過去のGOPの各ピクチャーの符号化に費やしたビット発生量に基づいて、現在のGOPの目標ビット発生量を調整して求め、この目標ビット発生量を該GOPの各ピクチャーに割り当てるため、シーンチェンジやピクチャー内での映像の動きの増加などによって、各ピクチャーI，P，Bの情報量の割合が過去のGOPと大きく異なる場合、各ピクチャーI，P，Bに割り当てられるビット量が不適切となる。この様な各ピクチャーI，P，Bの情報量の割合は、通常でも2倍以上変化することが多く、シーンチェンジがあった場合には、ピクチャーBでもピクチャーIと同程度のビット量を割り当てる必要があったり、更に複雑な映像のシーンになった場合は、情報量事態が十倍近く増えることもあり、ピクチャーに割り当てられるビット量が不足し、このピクチャーに対応する再生画像の画質が大きく劣化してしまうと言う問題があった。

【0007】また、GOP単位でビット発生量を制御するため、例えば、GOPの後半付近、つまりGOPの最

後の数ピクチャーで、シーンチェンジ等が発生した場合は、割り当てるビット量が完全に不足してしまうため、ピクチャーの符号化の難易度が急激に上昇し、このピクチャーに対応する再生画像の画質が極端に劣化してしまうと言う問題があった。

【0008】一方、1つのピクチャーにおいては、ピクチャーを構成する各マクロブロックの符号化に費やされる各ビット量が一定であると仮定して、目標ビット発生量を算出し、この目標ビット発生量と実際のビット発生量の比較に基づいて映像信号の量子化幅を制御し、1ピクチャーにおいて、実際のビット発生量が目標ビット発生量となる様な調整を行っている。

【0009】しかしながら、ピクチャー内の映像とその背景部等の位置によって、情報量が極端に異なる場合があり、ピクチャー内のビット割り当てがうまくできない。例えば、ピクチャーの各マクロブロックの後半に複雑な絵柄等が存在する場合、前半の簡単な部分に多くのビットが割り当てられてしまい、後半で予想以上のビット発生量となってしまうたり、逆に前半に複雑な絵柄がある場合には、前半でビット発生量が必要以上に抑制されてしまい、後半でビット発生量が必要以上に割り当てられてしまい、1枚のピクチャー内で本来割り当てられるべき部分でビットが割り当てられないと言う問題があった。

【0010】また、実際のビット発生量を目標ビット発生量に調整すると言う制御方法であっても、復号化装置側で想定されるVBVバッファ（仮想バッファ）の占有量を考慮していないため、別途、VBVバッファからの制約条件によって、各ピクチャーに対するビット配分などを修正する必要があり、この場合には、さらに再生画像の画質の劣化を招いていた。

【0011】このような映像信号の符号化の難易度の変化を原因として、再生画像の画質が不安定になりかつ劣化するのを防ぐには、映像信号の量子化幅をできるだけ均一に保つことであるが、量子化幅を一定にすると、画像の符号化の難易度に応じてビット発生量が無秩序に増加するため、目標ビットレートで映像信号を符号化することが困難となる。

【0012】本発明は、上記従来の問題を解決するものであって、シーンチェンジのときのピクチャー、あるいは複雑なピクチャーであっても、常に適切なビット量を割り当てることができ、また、ピクチャー内の各マクロブロックに対しても、それぞれの複雑さに応じて最適なビットを割り当てることができ、再生画像の画質を安定に維持しつつ、目標ビットレートでピクチャーの符号化を行うことが可能な画像圧縮符号化装置および方法を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、映像信号を符号化するときの量子化幅を

求め、この量子化幅に基づいて該映像信号を符号化する画像圧縮符号化装置であって、前記映像信号の符号化に費やされた実際のビット発生量を求めると共に、目標ビットレートに応じた目標ビット発生量を求め、前記実際のビット発生量と前記目標ビット発生量の差であるビット発生誤差を求めて、このビット発生誤差に対応する量子化幅を求めており、前記ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求める制御手段を備えている。

【0014】1つの実施形態では、基準量子化幅が予め定められており、制御手段は、目標ビットレートからビット発生誤差に対応する値を差し引いた値と該目標ビットレートの比を求めて、この比と前記基準量子化幅を積算し、この積に基づいて映像信号を符号化するときの量子化幅を求めている。

【0015】1つの実施形態では、制御手段は、目標ビットレートに基づいて基準量子化幅を求め、ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が前記基準量子化幅近傍で小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求めている。

【0016】1つの実施形態では、ビット発生誤差の予め定められた範囲及び該範囲の近傍においては、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化の特性がヒステリシスループを描いている。

【0017】1つの実施形態では、映像信号を符号化してなる各画像データを順次入力して、これらの画像データを順次出力する仮想バッファを想定した場合は、この仮想バッファの占有量がビット発生誤差に対応し、この仮想バッファの占有量が0近傍になると、量子化幅が急峻に最大値に近づき、かつビット発生誤差の変化に対して小さく変化する該量子化幅の特性に連なる様に、該量子化幅が連続的に変化する。

【0018】1つの実施形態では、ビット発生誤差の複数の範囲が予め定められ、これらの範囲毎に、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化を示す特性が設定され、制御手段は、前記各範囲のうちからビット発生誤差の入る範囲を選択して、この範囲の特性に基づいて、ビット発生誤差に対する量子化幅を求めている。

【0019】1つの実施形態では、MPEG規格に準拠して、映像信号をマクロブロック単位で量子化幅に基づいて符号化しており、制御手段は、マクロブロック毎に、ビット発生誤差に対応する量子化幅を求めている。

【0020】次に、本発明の作用を説明する。

【0021】本発明によれば、実際のビット発生量と前記目標ビット発生量の差であるビット発生誤差を求めて、このビット発生誤差に対応する量子化幅を求めており、前記ビット発生誤差の予め定められた範囲において

は、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求めている。このため、ビット発生誤差の予め定められた範囲において該ビット発生誤差が変化している状態では、量子化幅が大きく変化せず、GOP内の各ピクチャーI、P、Bのいずれに対しても、略同様の目標ビット発生量が割り当てられ、これらのピクチャーに対応する各再生画像の画質が安定する。また、1つのピクチャーにおいても、ビット発生誤差の予め定められた範囲において該ビット発生誤差が変化している限り、適切な量子化幅を設定して、ピクチャーの符号化の難易度に応じて適切な目標ビット発生量を割り当てることができる。

【0022】1つの実施形態の様に、目標ビットレートからビット発生誤差に対応する値を差し引いた値と該目標ビットレートの比を求めて、この比と前記基準量子化幅を積算し、この積に基づいて、映像信号を符号化するときの量子化幅を求めても良い。この場合、ビット発生誤差が増加する程、量子化幅が大きくなり、ビット発生誤差が減少する程、量子化幅が小さくなる。

【0023】1つの実施形態の様に、ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が基準量子化幅近傍で小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求めても良い。これによって、前記範囲において、適切な量子化幅を設定することができる。

【0024】1つの実施形態の様に、ビット発生誤差の予め定められた範囲及び該範囲の近傍においては、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化の特性がヒステリシスループを描いても良い。この場合は、ビット発生誤差が前記範囲から外れるまで変化し、これに伴って量子化幅が変化したときには、ビット発生誤差が該範囲に戻っても、量子化幅が同一の値まで戻らず、ビット発生誤差の変化に対する量子化幅の変化の特性が新たになる。

【0025】1つの実施形態の様に、仮想バッファ(VBVバッファ)の占有量がビット発生誤差に対応し、この仮想バッファの占有量が0近傍になると、量子化幅が急峻に最大値に近づき、かつビット発生誤差の変化に対して小さく変化する該量子化幅の特性に連なる様に、該量子化幅が連続的に変化しても良い。この場合、仮想バッファの占有量が0近傍になると、量子化幅が急峻に最大値に近づくので、仮想バッファのアンダーフローを防止することができる。

【0026】1つの実施形態の様に、ビット発生誤差の各範囲のうちからビット発生誤差の入る範囲を選択して、この範囲の特性に基づいて、ビット発生誤差に対する量子化幅を求めても良い。この場合、ビット発生誤差の大きさに応じて、適切な特性を選択し、この特性に基づいて量子化幅を定めることができる。

【0027】1つの実施形態の様に、MPEG規格に準拠して、映像信号をマクロブロック単位で量子化幅に基づいて符号化しても良い。この様なマクロブロック単位の符号化であっても、先に述べた様に、ビット発生誤差の予め定められた範囲において該ビット発生誤差が変化している限り、適切な量子化幅を設定して、ピクチャーの符号化の難易度に応じて適切な目標ビット発生量を割り当てることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面を参照して説明する。図1は、本発明の画像圧縮符号化装置の第1実施形態を概略的に示すブロック図である。この第1実施形態の符号化装置においては、映像信号を基本符号化処理部1によって画像データに符号化し、この画像データをエンコード送出バッファ2を通じて送出している。また、レート制御部3は、基本符号化処理部1によって映像信号を符号化するときの量子化幅 q_scale を制御している。

【0029】ここで、映像信号の符号化処理の概略を図2を参照して説明しておく。符号化される映像信号の各ピクチャーは、複数のマクロブロックに分割されて符号化される。1つのマクロブロックは、輝度について、 16×16 画素ブロックのデータ（更に基本符号化処理単位である4つの 8×8 画素ブロックに分けられる）、色差について、基本符号化処理単位である2つの 8×8 画素ブロックのデータに分けられ、これらのブロックが符号化される。また、1つのマクロブロックにおいて、マクロブロック内のブロックの符号化方法および量子化幅等を決定する。

【0030】スライスは、複数のマクロブロックを含むデータ単位であって、複数のスライスから1つのピクチャーが構成される。ピクチャーは、その符号化方法として、ピクチャー自体がそのまま符号化されるピクチャー（イントラピクチャー：以後ピクチャーI）、時間的に過去のピクチャーからの動きを予測した上で、符号化されるピクチャー（以後ピクチャーP）、時間的に過去及び未来の両方、もしくはいずれか一方のピクチャーからの動きを予測した上で、符号化されるピクチャー（以後ピクチャーB）がある。

【0031】図2における各ピクチャーI、P、Bの配置は、その典型的な例であり、最初のピクチャーIを用いて3枚先のピクチャーPを予測して符号化し、その間に含まれる各ピクチャーBを各ピクチャーI、Pの両方から予測して符号化している。したがって、最初にピクチャーIを符号化し、次にピクチャーPを符号化し、更に各ピクチャーBを符号化することになり、このために本来の時間の進行に沿った各ピクチャーI、P、Bの順序を変更してから、これらのピクチャーを符号化する必要がある。

【0032】さらに、ピクチャーIから始まる複数のピ

クチャーからGOP（グループオブピクチャー）を構成し、さらに任意の数のGOPで1つのビデオシーケンスを構成する。

【0033】この様な符号化は、図1の装置における基本符号化処理部1で行われる。この基本符号化処理部1の構成を図3に示す。

【0034】図3において、11は、各ピクチャーを示す映像信号を入力し、これらのピクチャーを符号化する順番にならび替える画像並び替え部、12は、ピクチャーを符号化される単位であるマクロブロックに変換する走査変換処理部、13は、マクロブロックとピクチャー内の映像の動作に応じた予測データとの差を求める差分部、14は、差分部14から出力された差を符号化するDCT変換処理部、15は、重みづけ量子化処理部、16は、可変長符号化処理部、17は、逆量子化部、18は、逆DCT処理部、19は、動き補償付き予測処理部、20は、モード判定部、21は、動き検出処理部、22は、加算処理部である。

【0035】この様な構成の符号化処理部1において、画像並び替え部11は、映像信号によって示される各ピクチャーを入力し、これらのピクチャーの順序を符号化する順番に入れ替えてから、これらのピクチャーを走査線変換処理部12に順次出力する。

【0036】走査線変換処理部12は、各ピクチャーを入力する度に、ピクチャーを複数のマクロブロックに分割し、これらのマクロブロックを差分部13に順次出力する。差分部13は、走査線変換処理部12からのマクロブロックと動き補償付き予測処理部19からの予測データとの差分を求め、この差を予測誤差として出力する。DCT変換処理部14は、この予測誤差を 8×8 画素ブロック単位でDCT変換し、このDCT変換により得られた各変換係数を重みづけ量子化処理部15に出力する。重みづけ量子化処理部15は、各変換係数を量子化し、これにより得た量子化データを可変長符号化処理部16に出力する。可変長符号化処理部16は、量子化データを可変長符号化して、圧縮符号化された画像データを形成する。この圧縮符号化された画像データは、所望の伝送レートで伝送するためにエンコード送出バッファに一旦蓄えられてから出力される。

【0037】一方、重みづけ量子化処理部15から出力された量子化データは、逆量子化部17及び逆DCT処理部18によって再生処理されてから、動き補償付き予測部19に入力され、ここで動きを予測されたピクチャーを示す予測データが形成される。この予測データは、差分部13に入力され、ここで予測データと走査線変換処理部12からのマクロブロックの差分が求められる。動き検出処理部21は、各マクロブロック毎に、映像の動きベクトルを算出し、この動きベクトルを動き補償付き予測処理部19に入力するとともに可変長符号化処理部16に送る。レート制御部3は、可変長符号化処理部

16から出力されたビットストリームのビット発生量と目標ビットレートから換算した目標ビット発生量を比較し、最終的に目標ビット発生量で符号化が完了するように重みづけ量子化部15の量子化幅 q_scale を制御する。

【0038】ただし、MPEGの規格においては、VBVと呼ばれる仮想復号器を想定し、このVBVの入力バッファ（以下VBVバッファと称す）がオーバーフローしたり、アンダーフローしない様に制御しなければならない。このVBVバッファの入出力は規定されている。

【0039】図4は、映像信号を固定レートで符号化するときのVBVバッファ中のデータ占有量を示している。図4において、横軸は、時刻であり、1目盛りが1ピクチャーの入力に費やされる時間を示している。縦軸は、VBVバッファのデータ占有量 $VBV_fullness$ である。最初は、画像データを再生せず、画像データのピクチャーヘッダによって示される期間 VBV_delay 、つまり1ピクチャーを符号化してなる画像データが入力される時点 $T1$ から時点 $T2$ までの期間だけ、画像データをVBVバッファに貯える。このときのVBVバッファの占有量 $VBV_fullness$ は、画像データが一定レートで入力されるため、傾き一定の直線で表される。次に、ピクチャーの再生が行われる時点 $T3 (= T2)$ で、1ピクチャー分の画像データが瞬間的にVBVバッファより除去される。そして、次のピクチャーの再生が行われる直前の時点 $T4$ までに、1ピクチャー分のビット量だけVBVバッファの占有量 $VBV_fullness$ が増加し、ピクチャーの再生の時点 $T5 (= T4)$ で、瞬間的に1ピクチャー分の画像データが除去される。以降、同様に動作して、VBVバッファの占有量 $VBV_fullness$ がVBVバッファのサイズ VBV_size から出ないように、つまりアンダーフロー及びオーバーフローを招かない様に、符号化装置では、画像データの送出を制御する必要がある。

【0040】さて、基本符号化処理部1の変長符号化処理部16は、各マクロブロックの符号化が終了する度に、MBエンドタイミング信号をレート制御部3に送出す共に、1ピクチャーの符号化が終了する度に、ピクチャー開始タイミング信号をレート制御部3へ送る。レート制御部3は、MBエンドタイミング信号を入力する度に、可変長符号化処理部16からのビットストリームに基づいて1マクロブロック当たりの実際のビット発生量 Bmb を求め、このビット発生量 Bmb に基づいて量子化幅 q_scale を決定し、この量子化幅 q_scale を基本符号化処理部1へ送る。

【0041】図5は、レート制御部3の構成を示している。同図において、MBカウンタ4は、可変長符号化処理部16からのビットストリームに基づいて各マクロブロックの符号化に用いられるビット発生量を計数している。制御回路5は、MBエンドタイミング信号及びピク

チャー開始タイミング信号を入力しており、MBエンドタイミング信号の度に、MBカウンタ4による計数値に基づいて1マクロブロック当たりの実際のビット発生量 Bmb を求める。また、制御回路5は、目標ビットレート及びVBVバッファのサイズ VBV_size を外部から受け取り、実際のビット発生量 Bmb 、目標ビットレート及びVBVバッファのサイズ VBV_size 等に基づいて、各マクロブロック毎に、量子化幅 q_scale を求め、この量子化幅 q_scale を基本符号化処理部1の重みづけ量子化部処理部15に与える。更に、制御回路5は、VBVバッファがアンダーフローの状態に近づくと、アンダーフロー回避信号を重みづけ量子化部処理部15に出力する。また、制御回路5は、画像データのヘッダ情報として VBV_delay の期間、目標ビットレート、VBVバッファのサイズ VBV_size を示す信号を可変符号化処理部16に出力する。

【0042】このような処理は、図6のフローチャートに従って行われる。まず、レート制御部3の制御回路5は、1マクロブロック当たりの目標ビット発生量 Tmb 、1ピクチャー当たりの目標ビット発生量 $Tpic$ 、目標ビットレート $R (bps)$ 、基準量子化幅 q_st 、ビット発生誤差 Dmb 、VBVバッファの占有量 $VBV_fullness$ 、VBVバッファのサイズ VBV_size 、量子化幅 q_scale を初期化する（ステップ101）。

【0043】この初期化において、目標ビットレートを1マクロブロック当たりのレートとして外部から受け取るものとする、この目標ビットレートを1マクロブロック当たりの目標ビット発生量 Tmb として定める。1ピクチャー当たりの目標ビット発生量 $Tpic$ は、目標ビット発生量 Tmb の初期値を1ピクチャー内の各マクロブロックの数だけ整数倍して求められる（ $Tpic = Tmb \times$ （1ピクチャー当たりのマクロブロック数））。目標ビットレート $R (bps)$ は、1ピクチャー当たりの目標ビット発生量 $Tpic$ にフレームレートを積算して求められる（ $R = Tpic \times$ （フレームレート））。

【0044】規格で定められたデフォルトの量子化マトリクスを用いて符号化を行うことを前提に、目標ビットレート $R (bps)$ が略3Mbpsの場合は、基準量子化幅 q_st を6に設定し、目標ビットレート $R (bps)$ が4Mbps以上の場合は、基準量子化幅 q_st を5に設定し、目標ビットレート $R (bps)$ が6Mbps以上の場合は、基準量子化幅 q_st を4に設定する。この様に基準量子化幅 q_st を目標ビットレート $R (bps)$ に応じて決定するものの、この基準量子化幅 q_st を適宜に変更して設定しても構わない。

【0045】ここでは、目標ビットレート $R (bps)$ を3Mbpsに設定し、基準量子化幅 q_st を6に設定する。

【0046】ビット発生誤差 Dmb の初期値は、0に設定される。VBVバッファのサイズは、外部から指定され、

例えばMP@ML規格で規定されている1835008ビットである。VBVバッファの占有量VBV_fullnessは、図8のグラフから明らかな様にビット発生誤差Dmbに対応しており、この占有量VBV_fullnessの初期値がビット発生誤差Dmbの初期値0に対応する1335008ビットに設定される。したがって、図8のグラフの横軸におけるビット発生誤差Dmbの初期値0の位置を変更すると、占有量VBV_fullnessの初期値も変更される。量子化幅q_scaleの初期値は、基準量子化幅q_stと同じ6に設定される。

【0047】こうして初期化を終了すると、制御回路5は、可変長符号化処理部16の出力に基づいて、一連の映像信号の終了であるか否かを判定し（ステップ102）、引き続いてピクチャーの開始であるか否かを判定する（ステップ103）。ここでは、映像信号の符号化を始めたばかりであるから、一連の映像信号の終了でないと判定され（ステップ102, No）、ピクチャーの開始であると判定され（ステップ103, Yes）、ステップ104のスタッフィング（stuffing）処理に移る。

【0048】このステップ104のスタッフィング処理は、図7に示す手順で行われる。制御回路5は、スタッフィングバイトを0に初期設定してから（ステップ201）、VBVバッファの占有量VBV_fullnessとVBVバッファのサイズVBV_sizeから1ピクチャー当たりの目標ビット発生量Tpicを差し引いた値を比較し（ステップ202）、VBVバッファの占有量VBV_fullnessの方が大きければ（ステップ202, Yes）、これから行われる1ピクチャーの符号化によって、VBVバッファがオーバーフローするので、スタッフィングバイトを歩進して1に設定する。そして、このスタッフィ

ピクチャーB, Pの場合

$$VBV_delay = 90000 \times (VBV_fullness + Tpic) / R \quad \dots (1)$$

ピクチャーIの場合

$$VBV_delay = 90000 \times (VBV_fullness + Tpic - \text{ヘッダビット数}) / R \quad \dots (2)$$

ただし、Rは、1秒あたりの目標ビット発生量、ヘッダビット数は、ビデオシーケンスヘッダからピクチャーヘッダ直前までのビット数である。

【0052】この期間VBV_delayは、ピクチャーを符号化してなる画像データのヘッダ情報となって、復号化装置に伝送される。この復号化装置では、初めて画像データをVBVバッファに入力するのであれば、ヘッダ情報に含まれる期間VBV_delayだけ待機して、画像データがVBVバッファに蓄積されてから、画像データの復号化を開始する。

【0053】これまでの処理の間に、基本符号化処理部1による1ピクチャーの符号化が開始され、レート制御部3の制御回路5は、MBエンドタイミング信号の度に、MBカウンタ4による計数値に基づいて1マクロブロック当たりの実際のビット発生量Bmbを求める。（ス

テップ106）。制御回路5は、次式（3）に基づいて、1マクロブロック当たりの実際のビット発生量Bmbと目標ビット発生量Tmbの差をビット発生誤差Dmbに加算し、このビット発生誤差Dmbを更新する（ステップ107）。

【0049】したがって、VBVバッファの占有量VBV_fullnessの方が大きいと判定される限り（ステップ202, Yes）、スタッフィングバイトが1ずつ増加し、これに伴いVBVバッファの占有量VBV_fullnessが8ずつ減少し、ビット発生誤差Dmbが8ずつ増加する（ステップ203）。そして、VBVバッファの占有量VBV_fullnessの方が小さいと判定されると（ステップ202, No）、そのときのスタッフィングバイトの値が可変長符号化処理部16に通知される。可変長符号化処理部16は、スタッフィングバイトの値に応じて、スタッフィング処理、つまりピクチャーを符号化してなる画像データに引き続きバイト単位で0の符号列を送出して、このピクチャーの画像データを見かけ上増加させ、VBVバッファから除去される画像データの量を増やし、これによってVBVバッファのオーバーフローを回避する。

【0050】ただし、初期状態においては、VBVバッファの占有量VBV_fullnessの方が小さいと判定されるので（ステップ202, No）、スタッフィングバイトの値0が可変長符号化処理部16に通知され、スタッフィング処理が行われない。

【0051】この後、制御回路5は、期間VBV_delayを次式（1）又は（2）から算出する（ステップ105）。

【0054】引き続いて、制御回路5は、ビット発生誤差Dmbが予め定められたしきい値D4を越えないこと

$$Dmb = Dmb + Bmb - Tmb \quad \dots (3)$$

ここで、1マクロブロック当たりの情報量が大き過ぎたり小さ過ぎれば、実際のビット発生量Bmbが目標ビット発生量Tmbよりも大きくなったり小さくなり、ビット発生誤差Dmbが発生する。また、1マクロブロック当たりの情報量が丁度良ければ、実際のビット発生量Bmbが目標ビット発生量Tmbに一致し、ビット発生誤差Dmbが0となる。

【0054】引き続いて、制御回路5は、ビット発生誤差Dmbが予め定められたしきい値D4を越えないこと

を確認してから(ステップ108, No)、次式(4)、(5)、(6)、(7)、(8)に基づく関数 $f(R, Dmb)$

$Dmb < D0$ の場合

$$f(R, Dmb) = 1 \quad \dots (4)$$

$D0 \leq Dmb < D1$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_{st} \times R / (R - K1 \times Dmb) \quad \dots (5)$$

$D1 \leq Dmb < D2$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_{st} \times R / (R - K2 \times Dmb) \quad \dots (6)$$

$D2 \leq Dmb < D3$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_{st} \times R / (R - K3 \times Dmb) - K4 \quad \dots (7)$$

$Dmb \geq D3$ の場合

$$f(R, Dmb) = 31 \quad \dots (8)$$

ただし、上式(4)、(5)、(6)、(7)、(8)に基づく関数 $f(R, Dmb)$ の特性を示す図8のグラフから明らかな様に、 $D0 < D1 < D2 < D3$ であって、 $D0 = -400000$ 、 $D1 = 0$ 、 $D2 = 600000$ 、 $D3 = 1200000$ である。また、 $K1$ は、 $Dmb = D0$ のときに $f(R, Dmb) = 1$ となる様な値に設定され、 $K2$ は、 $Dmb = 2$ 近辺で $f(R, Dmb) = 9$ となる様な値に設定され、 $K3, K4$ は、 $Dmb = D2$ のときに $f(R, Dmb) = 9$ となり、かつ $Dmb = D3$ 近辺で $f(R, Dmb) = 31$ に近い値となる様な値に設定される。ここでは、 $K1 = 37.5$ 、 $K2 = 1.67$ 、 $K3 = 2.0$ 、 $K4 = 1.0$ とする。これによって、 $f(R, Dmb)$ の特性曲線 F が連続的に変化するものとなる。

【0055】こうして量子化幅 $q_scale = f(R, Dmb)$ を求めると、制御回路5は、量子化幅 q_scale の少数点以下を四捨五入してから、この量子化幅 q_scale を重みづけ量子化部処理部15に与える(ステップ111)。重みづけ量子化部処理部15は、量子化幅 q_scale に応じてDCT変換により得られた各変換係数を量子化し、これにより得た量子化データを可変長符号化処理部16に出力する。可変長符号化処理部16は、量子化データを可変長符号化して、圧縮符号化された画像データを形成する。

【0056】以降同様に、ステップ102~111の処理を繰り返し、各マクロブロックが順次符号化され、その度に、1マクロブロック当たりの実際のビット発生量 Bmb を求め、これまでの符号化によって累積したビット発生誤差 Dmb を求め、このビット誤差 Dmb を関数 f

(R, Dmb) に代入して量子化幅 q_scale を求め、この量子化幅 q_scale に応じてDCT変換により得られた各変換係数を量子化し、この量子化データを可変長符号化して、圧縮符号化された画像データを形成する。

【0057】また、各ステップ102~111の処理を繰り返すうちに、ビット発生誤差 Dmb がしきい値 $D4$ を越えれば(ステップ108, Yes)、つまり実際のビット発生量 Bmb が目標ビット発生量 Tmb よりも非常に大きく、ピクチャーを符号化するために各ビットを使い過ぎて不足している状態になっていれば、VBVバッファが

Dmb から量子化幅 q_scale を求める(ステップ110)。

アンダーフローになる可能性があるので、アンダーフロー回避信号を重みづけ量子化部処理部15に出力する(ステップ109)。これに応答して、重みづけ量子化部処理部15は、マクロブロックのDC成分のみを符号化し、画像データの符号量を減少させる。これによって、各ビットの使い過ぎが緩和され、実際のビット発生量 Bmb が目標ビット発生量 Tmb に近づく。

20 【0058】ここで、図8のグラフから明らかな様に、 $D0 \leq Dmb < D1$ の場合には、つまりビット発生誤差 Dmb がVBVバッファのサイズ VBV_size の略1/2付近で変化する場合には、量子化幅 q_scale の変化が小さくなっている。例えば、量子化幅 q_scale が6付近では、ビット発生誤差 Dmb が300Kbit程度増減したとしても、量子化幅 q_scale の変化は、1程度である。

【0059】したがって、ビット発生誤差 Dmb がその付近で変化する限り、量子化幅 q_scale が略一定に保たれ、1マクロブロック当たりの実際のビット発生量 Bmb の増減は、該マクロブロックの情報量の大きさに依存する。このため、基準量子化幅 $q_st (= 6)$ を適宜に設定しておけば、1ピクチャーの各マクロブロックの後半と前半で情報量が増減しても、各マクロブロックに対して最適のビット発生量を与えることができ、1ピクチャーの符号化に費やされるビット発生量の不足や余剰を防止することができる。

【0060】また、1ピクチャーの符号化に費やされるビット発生量の増減も、該ピクチャーの情報量の大きさに依存するため、基準量子化幅 $q_st (= 6)$ を適宜に設定しておけば、各ピクチャーに対して最適のビット発生量を与えることができる。

【0061】また、量子化幅 q_scale が比較的大きな値となる領域では、1ピクチャーの符号化に費やされるビット発生量に対する量子化幅 q_scale の変化の影響が小さくなるので、比較的複雑な映像のピクチャーを符号化しても、目標ビットレートを保つことができる。

【0062】また、ビット発生誤差 Dmb に基づいて量子化幅 q_scale を決定しているため、シーンチェンジ直後のピクチャーを符号化するときにも、ピクチャーIを符号化するときと略同様の量子化幅 q_scale で、この量子

化幅 q_scale を大きく変化させずに、符号化を行うことができ、シーンチェンジ直後でも、再生画像の画質の劣化が小さくなる様に、映像信号を符号化することができる。

【0063】以上の説明から明らかな様に、上記実施形態においては、各マクロブロックの符号化の度に、それまでの符号化に費やしたビット発生量と目標ビットレートより換算される目標ビット発生量の差であるビット発生誤差 Dmb を算出し、このビット発生誤差 Dmb に比例した値を目標ビットレートより減算した値と目標ビットレートとの比に基づき量子化幅 q_scale を決定している。

【0064】映像を符号化する際、同じ映像については、量子化幅 q_scale と符号化に費やされるビット発生量の積がほぼ一定になるといわれており、量子化幅 q_scale を導く関数 $f(R, Dmb)$ を設定した場合には、略同じ各映像を順次符号化するのに費やされるそれぞれのビット発生量は、上記積がほぼ一定となる様に量子化幅 q_scale に対応して変動し、目標ビット発生量からビット発生誤差 Dmb の定数倍したものを差し引いた値に設定されることになる。したがって、1次のフィードバック制御によって符号化に費やされるビット発生量を制御することと同様に、符号化に費やされるビット発生量を目標ビット発生量に制御することができる。

【0065】また、 $D0 \leq Dmb < D1$ の場合には、量子化幅 q_scale が6~9付近で変化する様に、係数 $K1$ を小さく設定しているので、この量子化幅 q_scale 6~9の範囲では、符号化に費やされるビット発生量が増加して、

$$VBV_fullness = (VBV_fullnessの初期値) - Dmb \quad \dots (9)$$

したがって、式(9)を用いれば、ビット発生誤差 Dmb のみによって、全ての処理、つまりオーバーフローを回避するためのスタッフィング処理(ステップ104)、アンダーフロー回避処理(ステップ109)等が可能であり、本発明は、これを含むものである。また、同様に、 $VBV_fullness$ のみによって、全ての処理が可能である。

【0069】換言すれば、従来においては、目標ビットレートの制御と VBV バッファの制御を別々に行う必要があったが、本発明においては、ビット発生誤差 Dmb と占有量 $VBV_fullness$ のうちの1つのパラメータのみによる統一的な制御を可能にしている。

【0070】なお、本実施形態においては、 VBV バッファのサイズ VBV_size を $MPEG2$ の $MP@ML$ 規格で規定されたものとしているが、 VBV バッファのサイズ VBV_size を変更してもよく、そのサイズの範囲で、占有量 $VBV_fullness$ が制御される様に、量子化幅 q_scale を導出する関数を定めれば良い。

【0071】また、目標ビットレート R (bps) を3Mbpsに設定しているが、他のビットレートであっても、本実施形態と同じ手法を適用することができる。

【0072】更に、 $MPEG2$ の符号化装置を例示して

ビット発生誤差 Dmb が増減し易く、 VBV バッファのサイズ VBV_size が有効に利用される。これによって、復号化装置側の能力が一杯に利用されるまで、シーンチェンジや激しい映像の動きによる情報量の増加に応じて符号化に費やされるビット発生量を増加させることができる。

【0066】従来においては、各ピクチャー毎に目標ビット発生量を設定し、ピクチャー内の各マクロブロックを符号化する度に、マクロブロックの符号化に費やされるビット発生量が一定に近づくような制御を行っていたため、ピクチャー内での映像の複雑さの分布によって、単純な絵柄の符号化直後のマクロブロックの量子化幅が小さめとなり、複雑な絵柄の符号化直後のマクロブロックの量子化幅が大きめになり、再生画像の画質が不均一になる傾向にあった。

【0067】これに対して、本実施形態では、ピクチャーよりはるかに大きい容量を有する VBV バッファのサイズを有効に利用して、符号化に費やされるビット発生量が変動する様な制御を行っているため、ピクチャー内での映像の複雑さの分布が原因となって再生画像の画質が不均一になることを防止することができる。

【0068】また、本実施形態においては、目標ビットレートの制御と VBV バッファの制御をわかり易く説明するために、ビット発生誤差 Dmb と VBV バッファの占有量 $VBV_fullness$ の両方を用いて説明したが、これらは、ピクチャーの符号化直後において次式(9)の関係にあり、一方から他方を導くことができる。

いるが、これに類する符号化装置並びに符号化方法においても、本発明を適用することができる。

【0073】また、本実施形態では、 $D0 \leq Dmb < D1$ の場合には、量子化幅 q_scale が6~9付近で変化する様に、係数 $K1$ を小さく設定したが、予想される映像信号の符号化の難易度が低かったり(例えば、映画などの場合は、比較的符号化が容易であって、量子化幅 q_scale を小さめに設定することができる)、再生画像に要求される画質が低ければ、しきい値 $D2$ 付近での量子化幅 q_scale を8程度に設定してもよい。また、例えば目標ビットレートが4Mbps程度である場合には、 $D1 \sim D2$ の範囲での量子化幅 q_scale の変化を5~7程度に設定しても良く、規格で定められたデフォルトの量子化マトリクス、もしくは該量子化マトリクスに近い値のものを用いる場合は、 $D1 \sim D2$ の範囲で、量子化幅 q_scale を10を超えない程度に設定すれば良い。更に、各しきい値 $D0, D1, D2, D3, D4$ を数百Kbit程度の範囲でずらすことが可能である。要するに、本発明においては、上記実施形態における量子化幅 q_scale や、各しきい値 $D0, D1, D2, D3, D4$ に限られるものではなく、これらの値を適宜に変更することができる。

【0074】図9は、量子化幅 q_scale を導くための他

の関数 $f(R, Dmb)$ の特性を示している。ただし、基準量子化幅 q_st を5に設定している。

【0075】この図9に示す関数 $f(R, Dmb)$ の特性

$Dmb < D0$ の場合

$$f(R, Dmb) = 1 \quad \dots (10)$$

$D0 \leq Dmb < D1$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_st \times R / (R - K1 \times Dmb) \quad \dots (11)$$

$D1 \leq Dmb < D2$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_st \times R / (R - K2 \times Dmb) \quad \dots (12)$$

$Dmb \geq D2$ の場合

$$f(R, Dmb) = 31 \quad \dots (13)$$

$K1$ は、 $Dmb = -1000000$ のときに $f(R, Dmb) = 1$ となる様な値に設定され、 $K2$ は、 $Dmb = 600000$ のときに $f(R, Dmb) = 31$ となる様に設定される。

【0077】図9の特性では、おもに静止しているかあるいは動きの小さな映像を含む一連のピクチャーや、シーンチェンジが頻繁に起こる一連のピクチャーについて効果が高い設定になっている。

【0078】このような一連のピクチャーにおいて、従来の符号化方法を適用すると、符号化に費やされるビット発生量がピクチャーIに極端に集中し、その外のピクチャーではビット発生量の割り当てが少なくなって、V B Vバッファの占有量 $V B V_fullness$ が高くなり、スタッフィング処理が起こりがちである。

【0079】このため、ここでは、主に、 $D0$ から $D1$ の範囲に対応する量子化幅 q_scale で符号化することを想定している。したがって、静止に近い映像でピクチャーIが $D0$ 付近に対応する量子化幅 q_scale で符号化され、符号化に費やされるビット発生量が非常に大きくなったとしても、なお低い量子化幅 q_scale を維持することができる。また、GOPの途中でシーンチェンジが発生しても、 $D0$ から $D1$ の範囲においては、量子化幅 q_scale の変化量が小さいので、そのピクチャーの複雑さに応じて各ビットが割り当てられる。

【0080】この様に符号化されるピクチャーに傾向がある場合には、各しきい値 $D0$ 、 $D1$ 、 $D2$ 、及び各係数 $K1$ 、 $K2$ を適宜に設定し、その傾向に適した関数 $f(R, Dmb)$ の特性を求めることが有効である。

【0081】また、量子化幅 q_scale の最低値を1に設定したが、再生画像の均一性を重視する場合には、量子化幅 q_scale の最低値を2以上にして、量子化幅 q_scale の変動を小さく設定することが有効である。

【0082】また、量子化幅 q_scale を導く関数 $f(R, Dmb)$ において、多数のしきい値 $D0$ 、 $D1$ 、……を設定して、各しきい値間の各範囲を細かく分けて、これらの範囲毎に、各係数 $K1$ 、 $K2$ 、……を適宜に設定して、量子化幅 q_scale も導いても良い。更に、各しきい値間の各範囲を細かく分けた場合は、各範囲毎に、量子化幅 q_scale の特性を直線に近似させて、量子化幅 q_sca

は、次式(10)、(11)、(12)、(13)によって表される。

【0076】

leの算出に必要な演算量を減らしても良い。また、各しきい値の大きさについても、許容できる再生画像の画質に応じて変更しても良い。

【0083】図10は、本発明の第2実施形態における符号化処理を示すフローチャートである。この符号化処理は、図1、図3及び図5に示す符号化処理装置において行われる。

【0084】図10のフローチャートの処理は、図6のフローチャートの処理における各ステップ101及び110を各ステップ101A、110Aに置き換えたものであり、他の各ステップ102～109及び111が図6のフローチャートの処理と共通する。

【0085】つまり、図10のフローチャートの処理は、図6のフローチャートの処理と比較して、ステップ101Aにおける各パラメータの初期化処理、及びステップ110Aにおける量子化幅 q_scale の導出処理のみが異なる。このステップ101Aを図11のフローチャートに従って次に説明する。

【0086】まず、レート制御部3の制御回路5は、目標ビットレート $R(bps)$ を予め定められた値に設定し、V B Vバッファのサイズを1835008ビットに設定し、ビット発生誤差 Dmb を0に設定し、占有量 $V B V_fullness$ を1335008ビットに設定する(ステップ301)。

【0087】次に、制御回路5は、目標ビットレート R をフレームレートで割ることによって、1ピクチャー当たりの目標ビット発生量 $Tpic$ を求めると共に、目標ビットレート R をフレームレートと1ピクチャー内の各マクロブロックの数で割ることによって、1マクロブロック当たりの目標ビット発生量 Tmb を求める(ステップ302)。

【0088】引き続いて、制御回路5は、目標ビットレート R が3Mbps未満であれば(ステップ303, Yes)、基準量子化幅 q_st を6に設定し(ステップ304)、目標ビットレート $R(bps)$ が6Mbps未満であれば(ステップ305, Yes)、基準量子化幅 q_st を5に設定し(ステップ306)、目標ビットレート $R(bps)$ が6Mbps以上であれば(ステップ305, No)、基準量子化幅 q_st を4に設定する(ステッ

ブ307)。

【0089】こうして目標ビットレートRに応じて基準量子化幅 q_st を設定した後に、制御回路5は、目標ビットレートR及び基準量子化幅 q_st を次式(14)、(15)、(16)、(17)に代入して、各係数K

$$K1=R \times (q_st-2) / (2 \times 500000) \quad \cdots (14)$$

$$K2=3R / ((q_st+3) \times 500000) \quad \cdots (15)$$

$$K3=R \times (70-q_st) / (70 \times 800000) \quad \cdots (16)$$

$$K4=q_st \times R / (R-K3 \times 500000)$$

$$-q_st \times R / (R-K2 \times 500000) \quad \cdots (17)$$

Dmb<0の場合

$$f(R, Dmb) = q_st \times R / (R-K1 \times Dmb) \quad \cdots (18)$$

$0 \leq Dmb < 500000$ の場合

$$f(R, Dmb) = q_st \times R / (R-K2 \times Dmb) \quad \cdots (19)$$

Dmb>500000の場合

$$f(R, Dmb) = q_st \times R / (R-K3 \times Dmb) - K4 \quad \cdots (20)$$

ただし、関数 $f(R, Dmb)$ から導かれる量子化幅 q_scale の小数点以下を四捨五入する。また、量子化幅 q_scale が1以下の場合は、量子化幅 q_scale を1に設定し、量子化幅 q_scale が3以上の場合は、量子化幅 q_scale を3に設定する。

【0090】こうして上式(18)、(19)、(20)に示す関数 $f(R, Dmb)$ を設定すると、制御回路5は、各ステップ102~109、110A、111の処理を繰り返し、ステップ110Aの度に、該関数 $f(R, Dmb)$ に基づく演算を行って、量子化幅 q_scale を更新する。

【0091】この様に目標ビットレートRに応じて基準量子化幅 q_st を適宜に設定すれば、目標ビットレートRに応じた安定した画質の再生画像を得ることができる。例えば、目標ビットレートが3Mbps未満と低い場合は、平均的な量子化幅が大きくなるので、この平均的な量子化幅の近辺で、量子化幅が小さな変化率で変化する様な関数 $f(R, Dmb)$ を設定すれば、画質が安定する。同様に、目標ビットレートが6Mbps未満と高い場合は、平均的な量子化幅が小さくなるので、この平均的な量子化幅の近辺で、量子化幅が小さな変化率で変化する様な関数 $f(R, Dmb)$ を設定すれば、再生画像の画質が安定する。

【0092】図12は、本発明の第3実施形態における符号化処理を示すフローチャートである。この符号化処理は、図1、図3及び図5に示す符号化処理装置において行われる。

【0093】図12のフローチャートの処理は、図6のフローチャートの処理における各ステップ101及び110を各ステップ101B、110Bに置き換え、更にステップ401を加えたものであり、他の各ステップ102~109及び111が図6のフローチャートの処理と共通する。

【0094】したがって、図12のフローチャートの処

理は、図6のフローチャートの処理と比較して、ステップ101Bにおける各パラメータの初期化処理、及びステップ110Bにおける量子化幅 q_scale の導出処理が異なり、更にステップ401における係数K5の更新処理が異なる。

1, K2, K3, K4を求め、更に、これらの係数K1, K2, K3, K4、目標ビットレートR及び基準量子化幅 q_st を次式(18)、(19)、(20)に代入して、関数 $f(R, Dmb)$ を設定する(ステップ308)。

【0095】ステップ101Bにおいて、レート制御部3の制御回路5は、目標ビットレートR(bps)を予め定められた値に設定し、VBVバッファのサイズを1835008ビットに設定し、ビット発生誤差Dmbを0に設定し、占有量VBV_fullnessを935008ビットに設定する。また、目標ビットレートRをフレームレートで割ることによって、1ピクチャー当たりの目標ビット発生量Tpicを求めると共に、目標ビットレートRをフレームレートと1ピクチャー内の各マクロブロックの数で割ることによって、1マクロブロック当たりの目標ビット発生量Tmbを求める。更に、係数K5を0に設定し、基準量子化幅 q_st を3に設定し、直前の量子化幅last_q及び量子化幅 q_scale を基準量子化幅 q_st と同じ3に共に設定する。

【0096】このステップ101Bは、占有量VBV_fullnessを935008ビットに設定した点、係数K5及び直前の量子化幅last_qと言う2つの新たなパラメータを付加した点、及び基準量子化幅 q_st を低めの3に設定した点で、図6のステップ101と異なる。

【0097】この後、制御回路5は、各ステップ102~107、401、108、109、110B、111の処理を繰り返し、その度に、1マクロブロック当たりの実際のビット発生量Bmbを求め(ステップ106)、上式(3)に基づいてビット発生誤差Dmbを更新し(ステップ107)、係数K5及び直前の量子化幅last_qを更新し(ステップ401)、ビット発生誤差Dmbがしきい値D4を越えないことを確認してから(ステップ108、No)、関数 $f(last_q, K5, Dmb)$ に基づく演算を行って、量子化幅 q_scale を更新し(ステップ11

0B)、この量子化幅 q_scale に応じてDCT変換により得られた各変換係数を量子化し(ステップ111)、量子化データを可変長符号化して、圧縮符号化された画像データを形成する。

【0098】ステップ401の処理を図13のフローチャートに従って次に説明する。まず、制御回路5は、直前の量子化幅 $last_q$ を1つ前のマクロブロックを符号化するときに用いた量子化幅 q_scale に更新し(ステップ411)、ビット発生誤差 $Dmb > 500000$ であるか否かを判定する(ステップ412)。ビット発生誤差 $Dmb > 500000$ であれば(ステップ412, Yes)、制御回路5は、直前の量子化幅 $last_q$ が7以上10以下の範囲に入っていることを確認してから(ステップ413, Yes)、係数 $K5$ を直前の量子化幅 $last_q$ (7以上10以下)から6を引いた差(1以上4以下)に更新する(ステップ414)。ただし、直前の量子化幅 $last_q$ が7以上10以下の範囲に入っていなければ(ステップ413, No)、ステップ414において係数 $K5$ を更新することはない。

【0099】また、ビット発生誤差 $Dmb > 500000$ でなければ(ステップ412, No)、制御回路5は、 $0 \leq$ ビット発生誤差 $Dmb < -100000$ かつ係数 $K5 \geq 4$ であるか否かを判定し(ステップ415)、この条件を満たせば(ステップ415, Yes)、係数 $K5$ を3に更新する(ステップ416)。また、この条件を満たさなければ(ステップ415, No)、次のステップ417に移る。

【0100】このステップ417において、制御回路5は、 $-100000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > -200000$ かつ係数 $K5 \geq 3$ であるか否かを判定し、この条件を満たせば(ステップ417, Yes)、係数 $K5$ を2に更新する(ステップ418)。また、この条件を満たさなければ(ステップ417, No)、次のステップ419に移る。

【0101】このステップ419において、制御回路5は、 $-200000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > -300000$

かつ係数 $K5 \geq 2$ であるか否かを判定し、この条件を満たせば(ステップ419, Yes)、係数 $K5$ を1に更新する(ステップ420)。また、この条件を満たさなければ(ステップ419, No)、次のステップ421に移る。

【0102】このステップ421において、制御回路5は、ビット発生誤差 $Dmb < -300000$ であるか否かを判定し、この条件を満たせば(ステップ421, Yes)、係数 $K5$ を0に更新し(ステップ422)、この条件を満たさなければ(ステップ421, No)、係数 $K5$ を更新しない。

【0103】すなわち、図13のフローチャートの処理においては、直前の量子化幅 $last_q$ を1つ前のマクロブロックを符号化するときに用いた量子化幅 q_scale に更新している。また、各ステップ412, 415, 417, 419, 421に示す各数値範囲のいずれにも、ビット発生誤差 Dmb が含まれなければ、つまり $500000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > 0$ であれば、係数 $K5$ を更新しない。更に、ビット発生誤差 $Dmb > 500000$ になったときには、直前の量子化幅 $last_q$ が7以上10以下の範囲に入っていることを前提に、係数 $K5$ を直前の量子化幅 $last_q$ (7以上10以下)から6を引いた差(1以上4以下)に更新する。この後、ビット発生誤差 Dmb が0以下に低下したときには、その低下の程度に従って、係数 $K5$ を段階的に0まで戻している。

【0104】こうして直前の量子化幅 $last_q$ を更新し、かつ係数 $K5$ を設定した後に、図12のフローチャートのステップ110Bにおいて、関数 $f(last_q, K5, Dmb)$ に基づく演算を行い、量子化幅 q_scale を更新する。

【0105】図14は、量子化幅 q_scale を導くための関数 $f(last_q, K5, Dmb)$ の特性を示している。

【0106】この図14に示す関数 $f(last_q, K5, Dmb)$ の特性は、次式(21)~(28)によって表される。

【0107】

$Dmb < 0$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 1800000 / (600000 - Dmb) + K5 \quad \dots (21)$$

$0 \leq Dmb < 500000$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 3000000 / (1000000 - Dmb) + K5 \quad \dots (22)$$

$Dmb \geq 500000$ かつ $3000000 / (1000000 - Dmb) < 7$ かつ $K5 = 1$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 7 \quad \dots (23)$$

$Dmb \geq 500000$ かつ $3000000 / (1000000 - Dmb) < 8$ かつ $K5 = 2$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 8 \quad \dots (24)$$

$Dmb \geq 500000$ かつ $3000000 / (1000000 - Dmb) < 9$ かつ $K5 = 3$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 9 \quad \dots (25)$$

$Dmb \geq 500000$ かつ $3000000 / (1000000 - Dmb) < 10$ かつ $K5 = 4$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 10 \quad \dots (26)$$

上記条件以外で、 $900000 \geq Dmb \geq 500000$ の場合

$$f(last_q, K5, Dmb) = 3000000 / (1000000 - Dmb) \quad \dots (27)$$

上記条件以外で、 $900000 > Dmb$ の場合

$$f(\text{last_q}, K5, Dmb) = 31 \dots (28)$$

ただし、 $f(\text{last_q}, K5, Dmb)$ から導かれる量子化幅 q_scale の小数点以下を四捨五入する。

【0108】ここで、先に述べた様に係数 $K5$ を 0 に初期設定した後（ステップ 101B）、 $500000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > 0$ である限り、この係数 $K5$ を更新しないので（ステップ 401）、量子化幅 q_scale は、上式（22）から導出され、図 14 のグラフにおける特性 F1 に沿って変化し、ビット発生誤差 $Dmb = 0$ のときに、基準量子化幅 $q_st = 3$ に一致する。

【0109】この後に、例えばビット発生誤差 $Dmb > 500000$ となり（ステップ 412、Yes）、かつ直前の量子化幅 $\text{last_q} = 10$ となったときには（ステップ 413）、係数 $K5$ を 4 に更新することになる（ステップ 414）。

【0110】次に、量子化幅 q_scale が調整されて、ビット発生誤差 Dmb が低下したときには、量子化幅 q_scale は、上式（26）から導出され、図 14 のグラフにおける特性 F9 に沿って変化する。更に、 $500000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > 0$ になると、量子化幅 q_scale は、上式（22）から導出されるものの、係数 $K5$ を 4 に更新したことから、図 14 のグラフにおける特性 F5 に沿って変化する。

【0111】次に、ビット発生誤差 Dmb が低下して、 $0 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > -100000$ かつ係数 $K5 \geq 4$ と判定されると（ステップ 415、Yes）、係数 $K5$ を 3 に更新するので（ステップ 416）、量子化幅 q_scale は、上式（22）から導出され、図 14 のグラフにおける特性 F4 に沿って変化する。

【0112】この後、 $500000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > 0$ に戻れば、量子化幅 q_scale は、図 14 のグラフにおける特性 F4 に沿って変化する。また、ビット発生誤差 Dmb が更に低下して、ビット発生誤差 $Dmb < -300000$ であると判定されると（ステップ 421、Yes）、係数 $K5$ を 0 に更新するので（ステップ 422）、量子化幅 q_scale は、上式（22）から導出され、図 14 のグラフにおける特性 F1 に沿って変化する。

【0113】以降同様に、ビット発生誤差 $Dmb > 500000$ となったときには、直前の量子化幅 last_q が 7 以上 10 以下の範囲に入っていることを前提に、係数 $K5$ が大きくなる様に更新し、この後に、 $500000 \geq$ ビット発生誤差 $Dmb > 0$ になると、係数 $K5$ の大きさに応じて、各特性 F2～F5 のいずれかを選択し、ビット発生誤差 Dmb が小さくなるにつれて、係数 $K5$ を段階的に小さく更新して、特性 F1 に戻る。

【0114】すなわち、図 12 のフローチャートの処理においては、量子化幅 q_scale の特性として、ヒステリシスループを描くものを適用している。このため、ピクチャーの符号化の難易度が高くなって、符号化に費やさ

れるビット発生量が大きくなり、ビット発生誤差 Dmb が増大して、量子化幅 q_scale が十分に大きくなったときには、ヒステリシスループの上側の特性曲線に従って、量子化幅 q_scale が変化するので、この量子化幅 q_scale を大きく維持することができ、再生画像の画質を安定させることができる。

【0115】また、符号化の難易度が極端に高くなって $k5$ が大きくなった後、シーンチェンジなどによって、符号化の難易度が比較的低くなったとき、ビット発生誤差 Dmb が急激に減少し、ビット発生誤差 $Dmb < 0$ の領域で、量子化幅 q_scale が急激に減少するものの、この後の増加の方向では、量子化幅 q_scale の変化率が小さくなるので、画質が向上してから、この画質が安定に維持される。

【0116】この様に符号化の難易度が低い場合は、量子化幅を小さく設定して、再生画像の画質を安定に保ち、また難易度が高い場合には、量子化幅を大きくして、これを維持することによって、再生画像の画質を安定させているので、目標ビットレート毎に、量子化幅を導く関数を変更する必要がなく、符号化の難易度に応じて画質が安定する様な符号化が行える。

【0117】なお、第 3 実施形態では、量子化幅を導く関数として、上式で示したような特性曲線を導くものとしたが、量子化幅を導く特性として、ヒステリシスループを描くものであれば、特性曲線を直線に近似してもよい。ここでは、ヒステリシス特性となる条件として、量子化幅とビット発生誤差を用いているが、量子化幅とビット発生誤差の関係に基づいて、一方から他方を導くことができるので、いずれか一方のみを用いても良い。

【0118】

【発明の効果】以上の説明から明らかな様に、本発明によれば、実際のビット発生量と前記目標ビット発生量の差であるビット発生誤差を求めて、このビット発生誤差に対応する量子化幅を求めており、前記ビット発生誤差の予め定められた範囲においては、ビット発生誤差の変化に対して量子化幅が小さく変化する特性を設定し、この特性に基づいてビット発生誤差に対する量子化幅を求めている。このため、ビット発生誤差の予め定められた範囲において該ビット発生誤差が変化している状態では、量子化幅が大きく変化せず、GOP 内の各ピクチャー I、P、B のいずれに対しても、それぞれの適切な目標ビット発生量が割り当てられ、これらのピクチャーに対応する各再生画像の画質が安定する。また、1 つのピクチャーにおいても、ビット発生誤差の予め定められた範囲において該ビット発生誤差が変化している限り、適切な量子化幅を設定して、各マクロブロックの符号化の難易度に応じて適切なそれぞれのビット発生量を該各マクロブロックに割り当てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の画像圧縮符号化装置の第 1 実施形態例を示すブロック図

【図 2】 映像信号の符号化処理の概略を説明するために用いた図

【図 3】 図 1 の装置における基本符号化処理部を示すブロック図

【図 4】 映像信号を固定レートで符号化するときの VBV バッファ中のデータ占有量を示す図

【図 5】 図 1 の装置におけるレート制御部を示すブロック図

【図 6】 図 1 の装置における符号化処理を示すフローチャート

【図 7】 図 6 の符号化処理におけるステップ 104 のスタッフィング処理を示すフローチャート

【図 8】 図 1 の装置における量子化幅 q_scale を導くための関数 $f(R, Dmb)$ の特性を示すグラフ

【図 9】 図 1 の装置における量子化幅 q_scale を導くための他の関数 $f(R, Dmb)$ の特性を示すグラフ

【図 10】 本発明の第 2 実施形態における符号化処理を示すフローチャート

【図 11】 図 10 の符号化処理におけるステップ 101 A の初期化処理を示すフローチャート

【図 12】 本発明の第 3 実施形態における符号化処理を

示すフローチャート

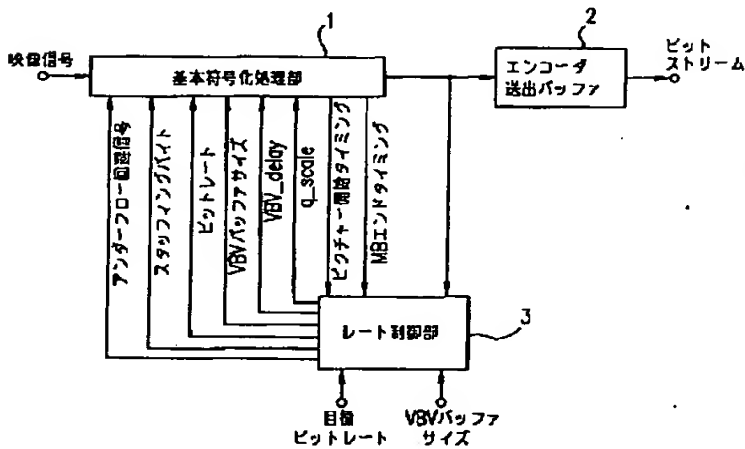
【図 13】 図 12 の符号化処理におけるステップ 401 の処理を示すフローチャート

【図 14】 第 3 の実施例における量子化幅 q_scale を導くための関数関数 $f(last_q, K5, Dmb)$ の特性を示すグラフ

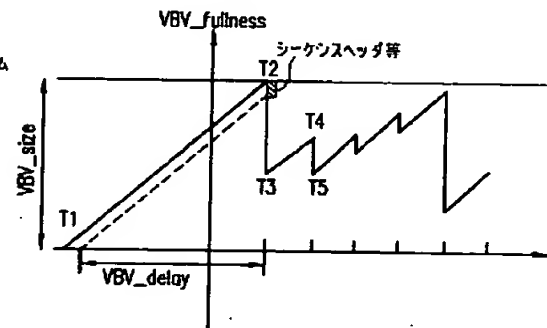
【符号の説明】

- 1 基本符号化処理部
- 2 エンコーダ送出バッファ
- 3 レート制御部
- 4 MB ビットカウンタ
- 5 制御回路
- 11 画像並び替え部
- 12 走査変換処理部
- 13 差分部
- 14 DCT 変換処理部
- 15 重みづけ量子化処理部
- 16 可変長符号化処理部
- 17 逆量子化部
- 18 逆 DCT 処理部
- 19 動き補償付き予測処理部
- 20 モード判定部
- 21 動き検出処理部
- 22 加算処理部

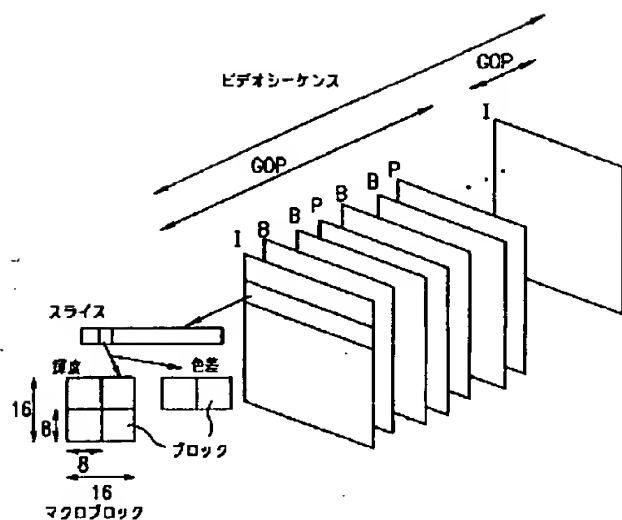
【図 1】



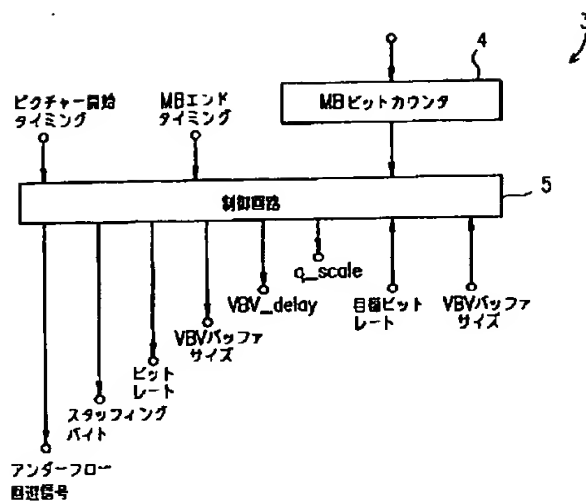
【図 4】



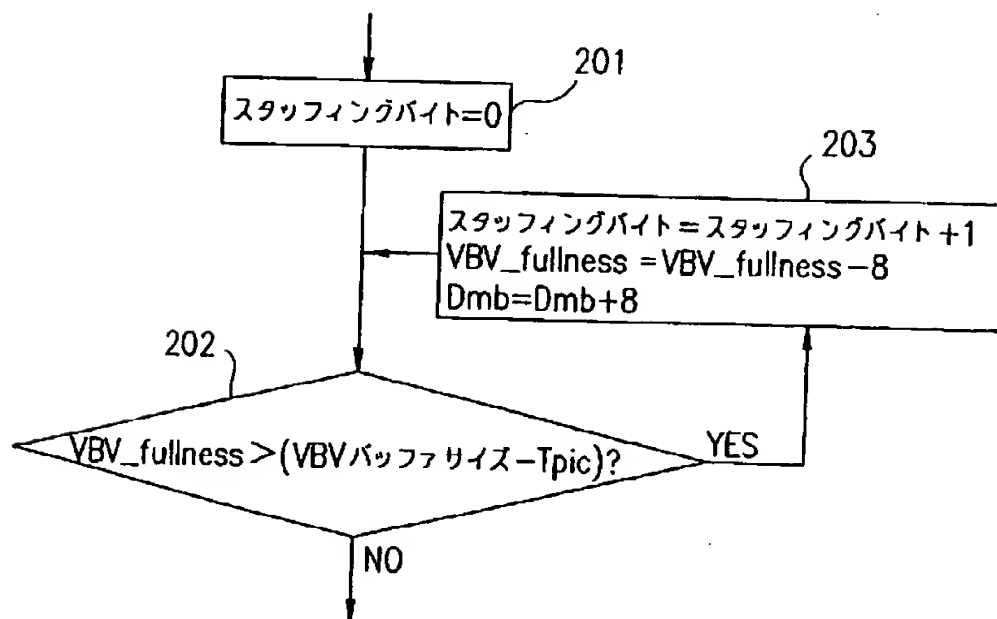
【図2】



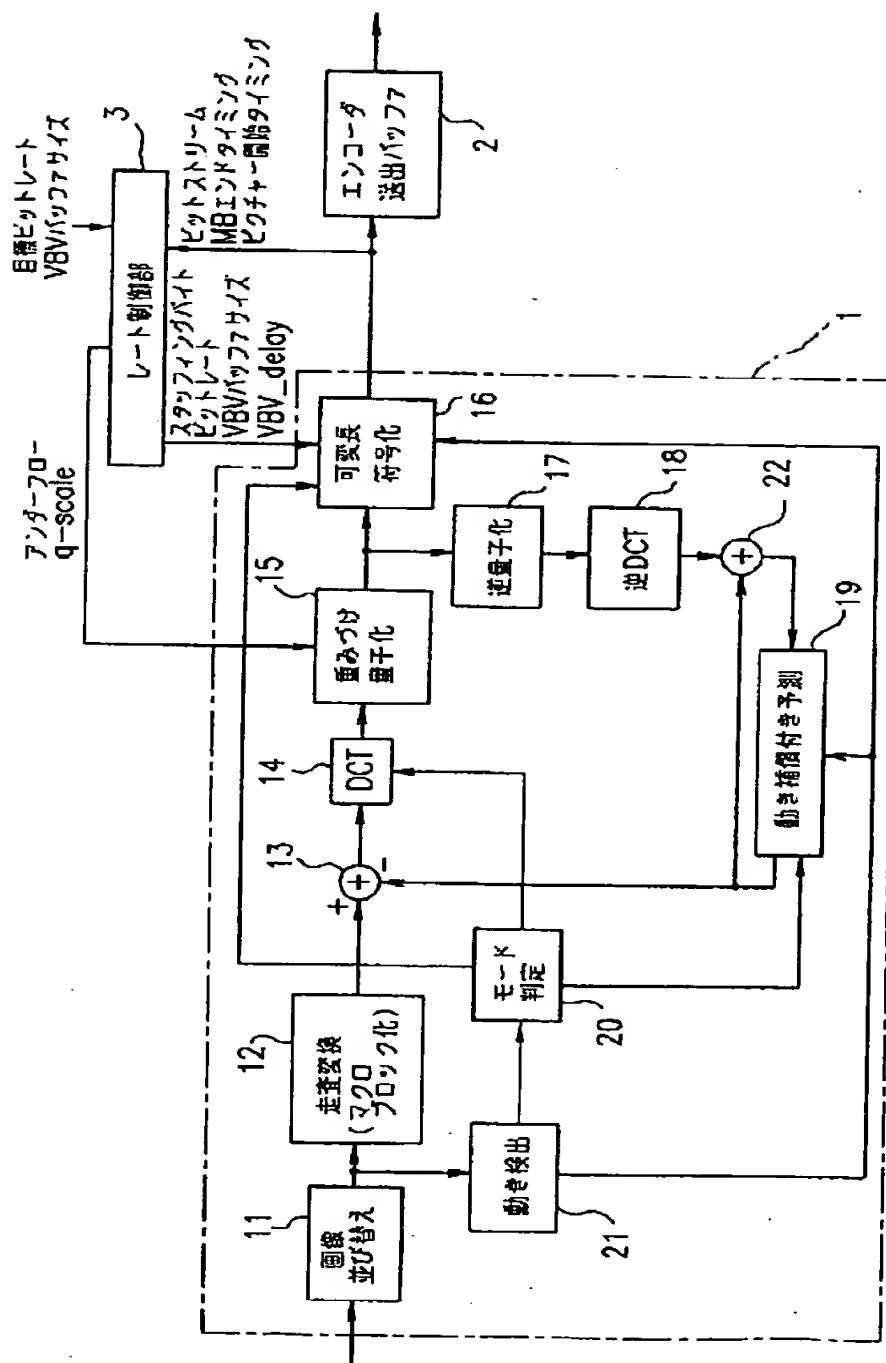
【図5】



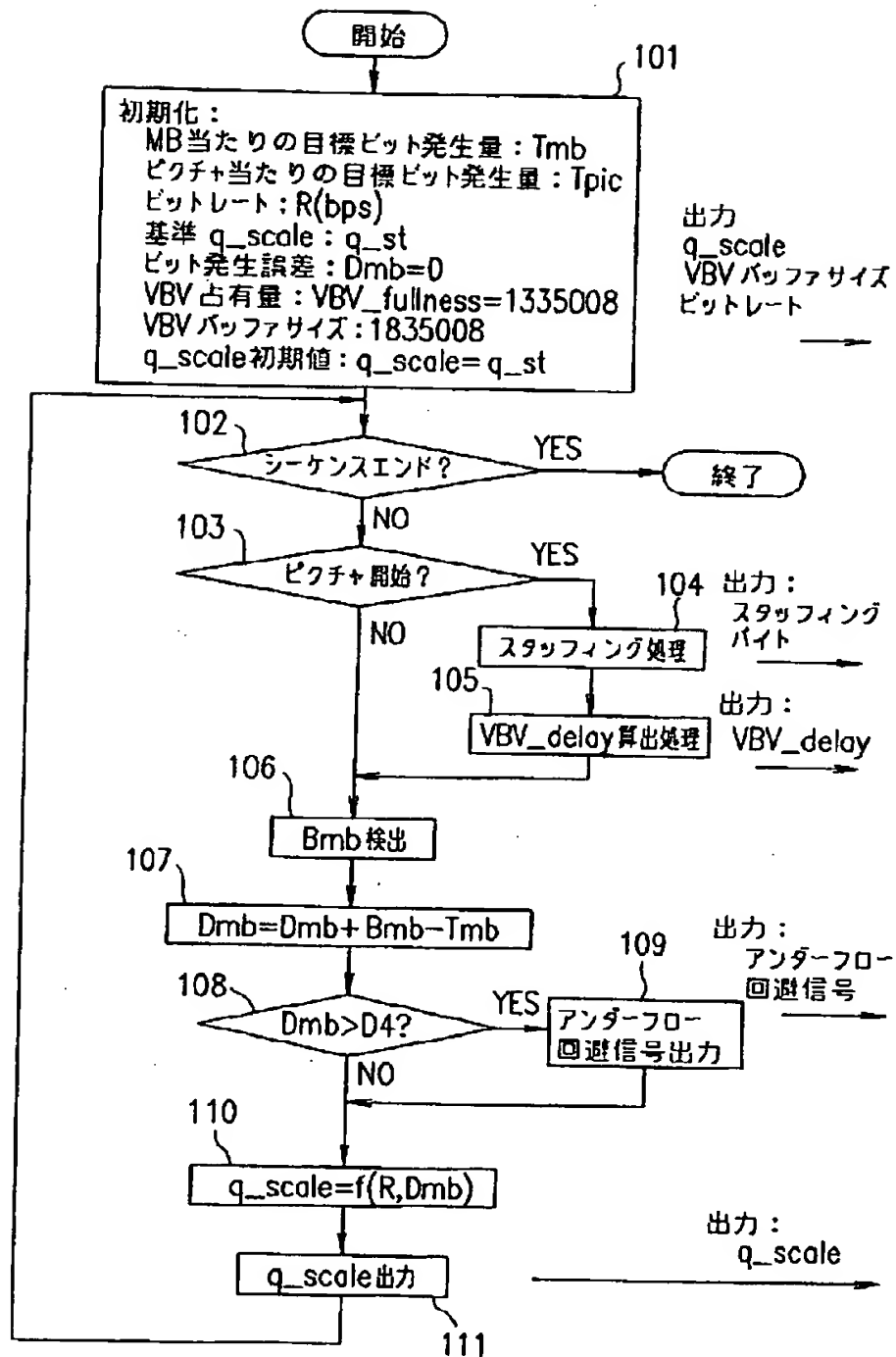
【図7】



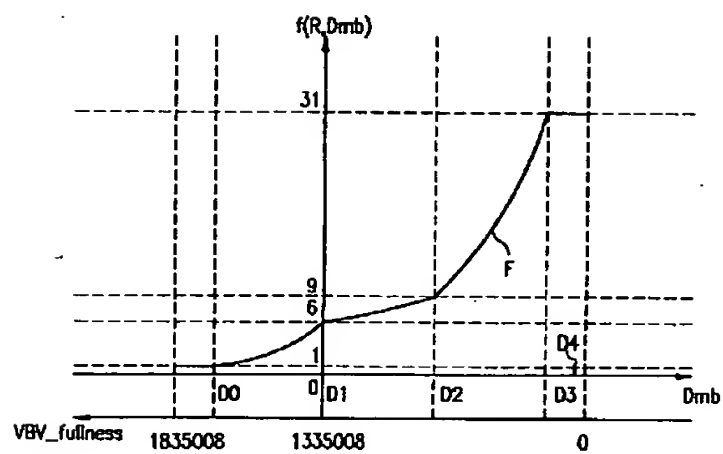
【図3】



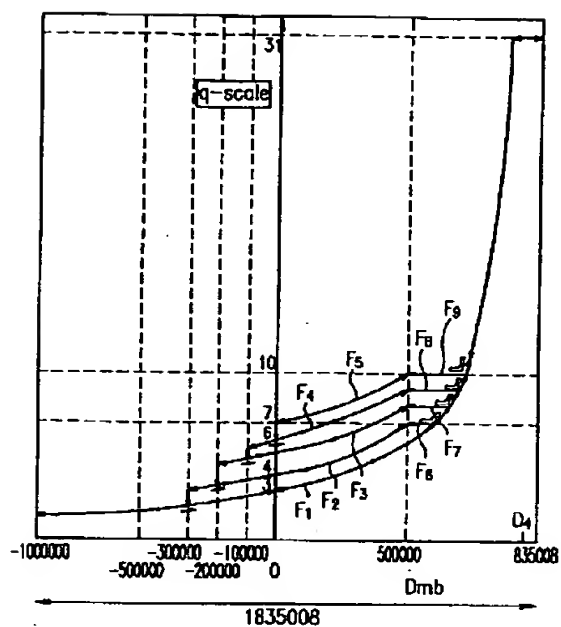
【図6】



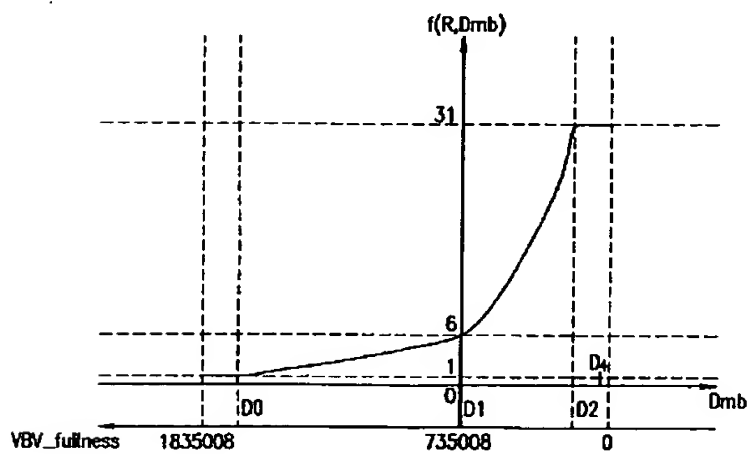
【図 8】



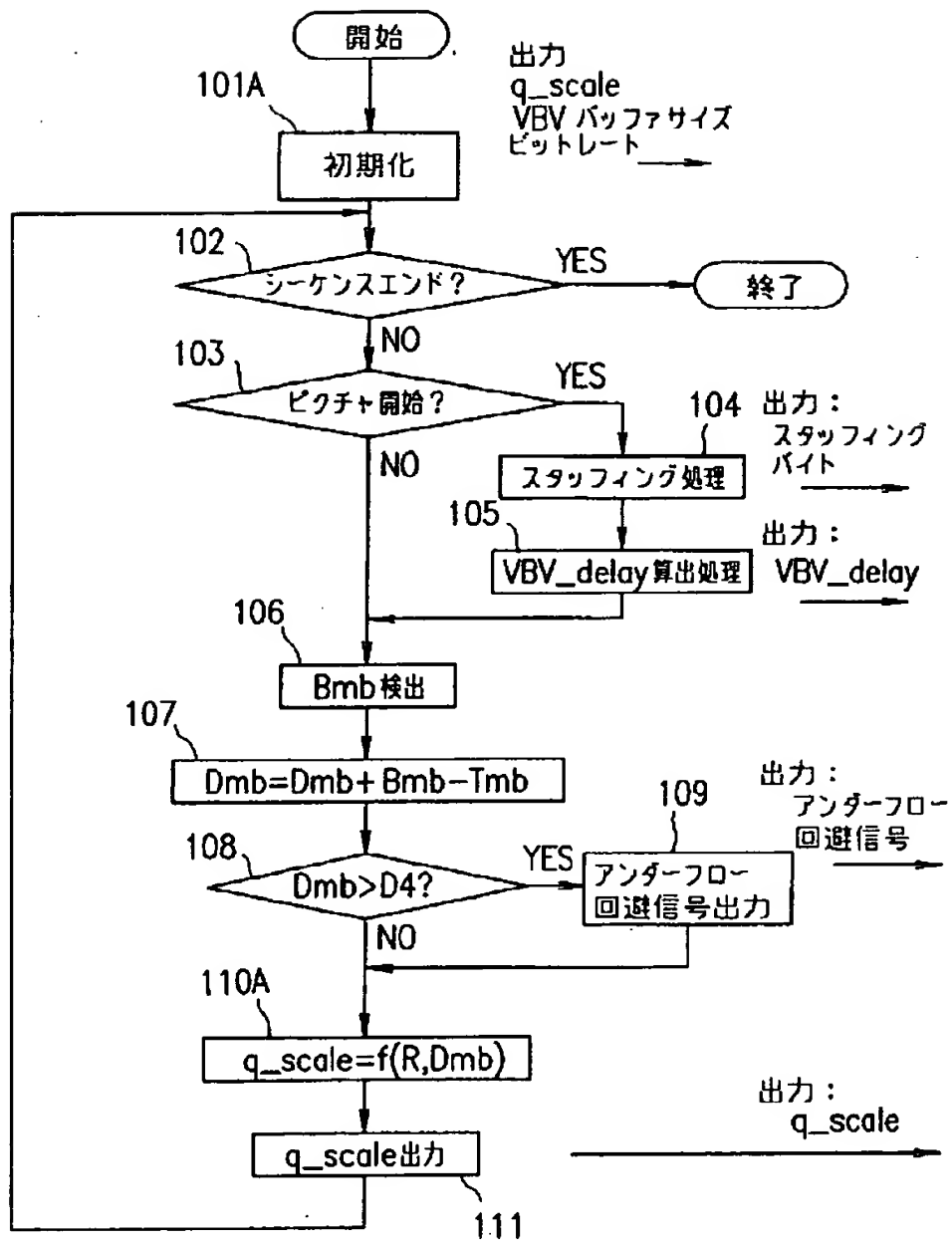
【図 14】



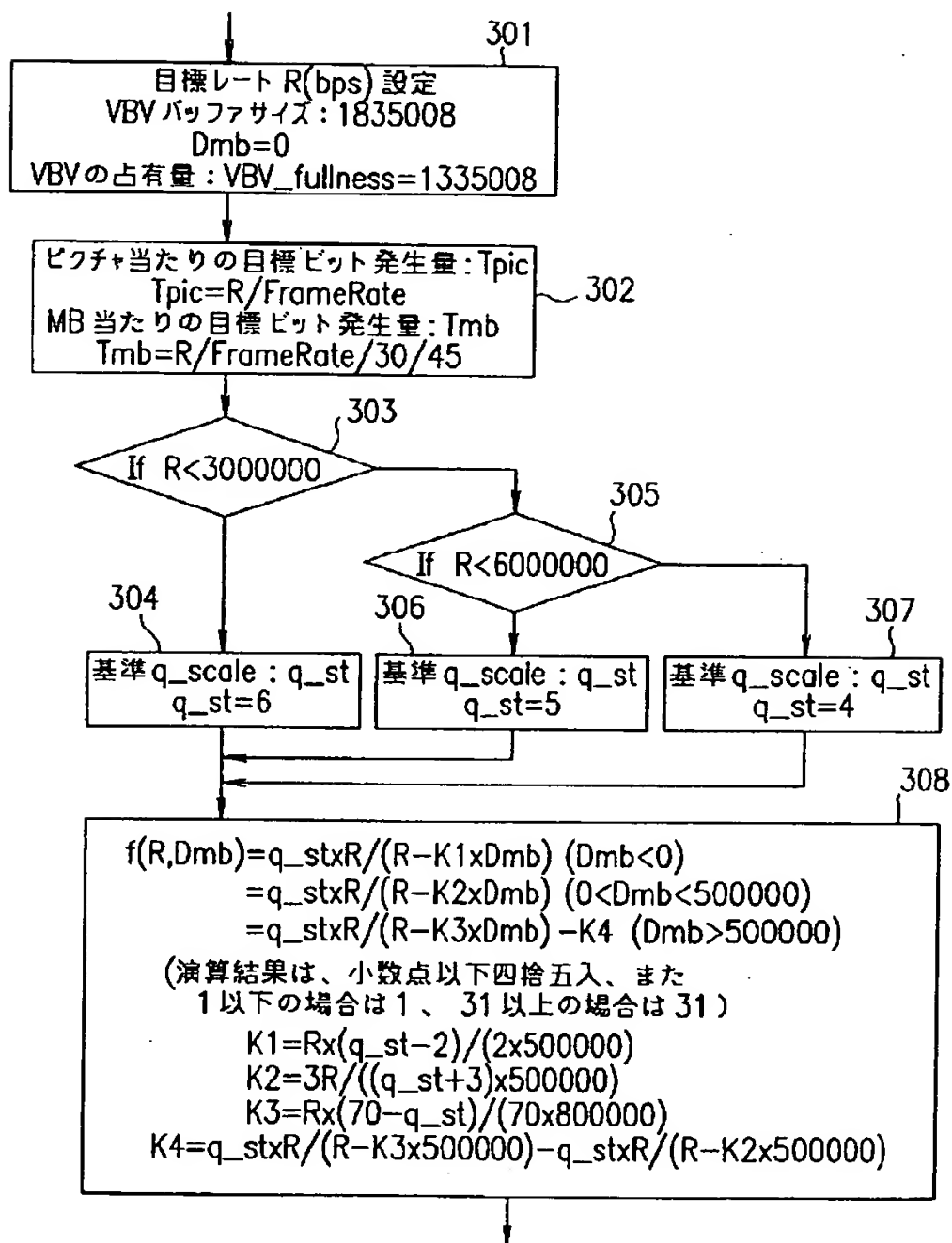
【図 9】



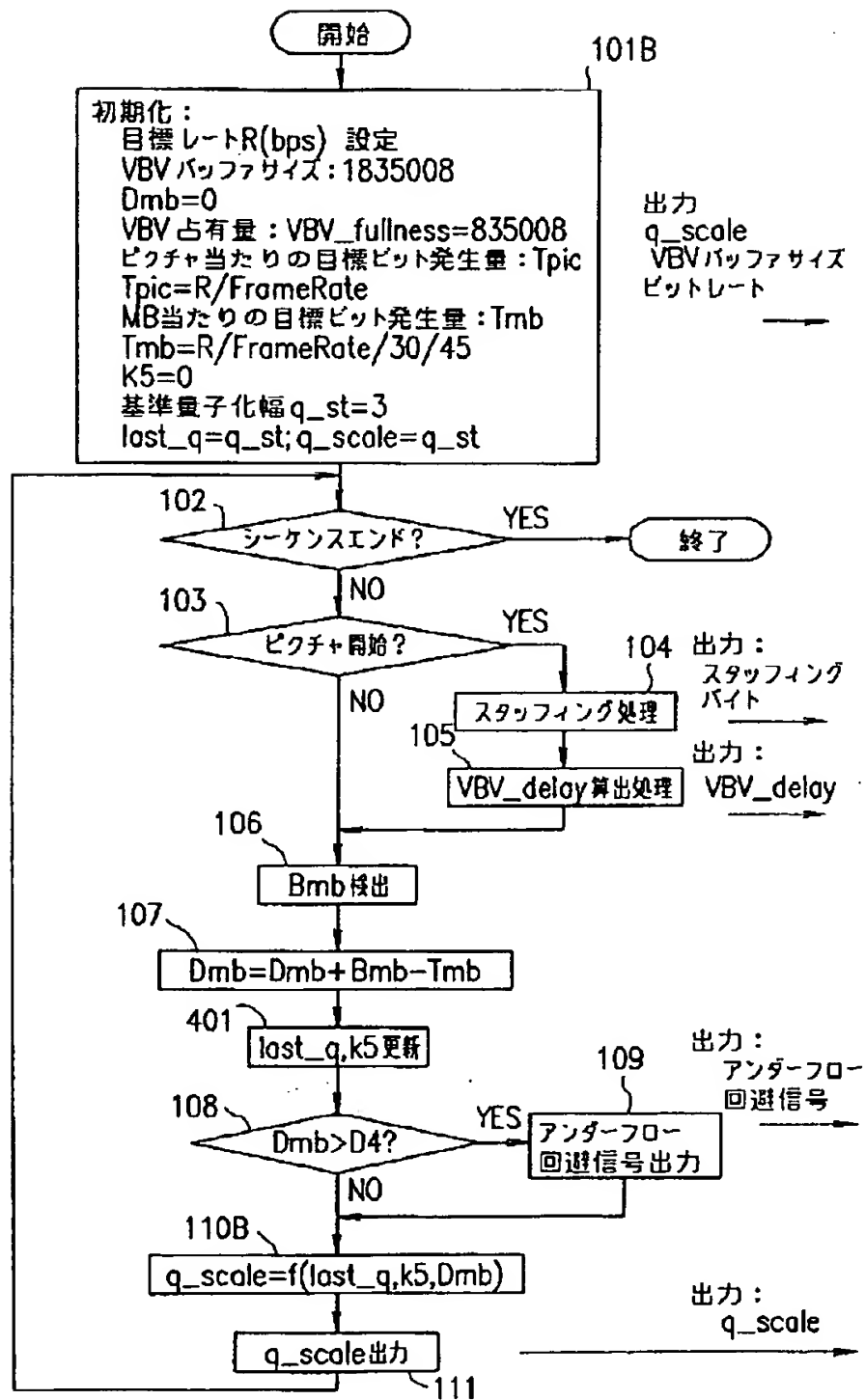
【図10】



【図 11】



【図12】



【図13】

